

la Meuse

DOCUMENT



Agence de l'eau
Rhin-Meuse

n° 23228-1



**ETABLISSEMENT PUBLIC D'AMENAGEMENT DE LA
MEUSE ET DE SES AFFLUENTS**

ETUDE ET MODELISATION DES CRUES DE LA MEUSE

HFS/80 643 G

AVRIL 2001



BCEOM

MAISON FRANÇAISE D'INGENIERIE



TABLE **DES MATIERES**

1.	OBJECTIFS DES ETUDES HYDROLOGIQUES PREALABLES	1
2.	RECUEIL DES DONNEES	2
2.1.	Choix des crues pour l'analyse hydrologique	2
2.2.	Recueil des données hydrométriques	2
2.3.	Courbes de tarage	6
2.4.	Les Précipitations journalières	10
2.5.	Les précipitations à pas de temps fin	11
2.6.	Les Températures	13
2.7.	L'évapotranspiration (ETP)	13
2.8.	Données cartographiques	13
3.	ANALYSE DE LA GENÈSE ET DE LA TYPOLOGIE DES CRUES	15
3.1.	Description géomorphologique, géologique et hydrogéologique du bassin	15
3.2.	Climatologie	24
3.3.	Formation et propagation des crues dans le bassin versant de la Meuse française.	29
3.4.	Analyse détaillée de la concomitance Meuse-Chiers et Meuse-Semois	36
3.5.	Typologie des crues	43
1.	ANALYSE STATISTIQUE	50
4.1.	Analyse statistique des débits instantanés	50
4.2.	Analyse statistique des débits moyens	66
5.	DÉFINITION DES CRUES DE RÉFÉRENCE	68
5.1.	Caractérisation des crues de référence	68
5.2.	Sélection des crues de référence pour les différents objectifs de l'étude	69
5.3.	Elaboration des crues de référence	70
6.	MODÉLISATION HYDROLOGIQUE	76
7.	MISE EN ŒUVRE DU MODÈLE	77
7.1.	Principe de la modélisation	77
8.	CALAGE DES MODÈLES DE PROPAGATION	79

8.1. Modèle Meuse amont	80
8.2. Modèle Domremy-Chalaines	81
8.3. Modèle Chalaines-St Mihiel	81
8.4. Modèle St-Mihiel - Stenay	82
8.5. Modèle Stenay-Chauvency - Montcy	83
8.6. Modèle Montcy-Chooz	84
8.7. Modèle Chiers amont	84
9. CALAGE DES MODELES PLUIE-DÉBIT	85
9.1. Principe du calage	85
9.2. Résultats du calage	88

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Stations hydrométriques et échelles de crues du bassin de la Meuse	7
Figure 2	Postes pluviométriques utilisés pour le calcul des lames d'eau	12
Figure 3	Orographie du bassin et position des six postes représentatifs retenus	14
Figure 4	Les différents types morphologiques des vallées dans le bassin de la Meuse	23
Figure 5	Débits de pointe de crue à Stenay et à Chauvency, ayant généré la pointe de crue à la confluence	39
Figure 6	Débits de pointe de crue à Montcy et à Haulné, ayant généré la pointe de crue à la confluence	42
Figure 7	Exemple de crue « amont »	45
Figure 8	Exemple de crue « aval »	46
Figure 9	Exemple de crue « aval » exceptionnelle	47
Figure 10	Exemple de crue généralisée	45
Figure 11	Exemple de crue « généralisée » exceptionnelle	49
Figure 12	Principe de sélection des débits maximaux supérieurs à un seuil et indépendants	51
Figure 13	Répartition des plus fortes crues connues à Verdun, Charleville et Chooz (Givet)	64
Figure 14	Hydrogrammes de la crue de référence de type « aval »	73
Figure 15	Hydrogrammes de la crue de référence de type « amont »	74
Figure 16	Hydrogrammes de la crue de référence de type « généralisée »	75
Figure 17	Position des pluviographes	87

TABLE DES MATIERES

1.	OBJECTIFS DES ETUDES HYDROLOGIQUES PREALABLES	1
2.	RECUEIL DES DONNEES	2
2.1.	Choix des crues pour l'analyse hydrologique	2
2.2.	Recueil des données hydrométriques	2
2.3.	Courbes de tarage	6
2.4.	Les Précipitations journalières	10
2.5.	Les précipitations à pas de temps fin	11
2.6.	Les Températures	13
2.7.	L'évapotranspiration (ETP)	13
2.8.	Données cartographiques	13
3.	ANALYSE DE LA GENÈSE ET DE LA TYPOLOGIE DES CRUES	15
3.1.	Description géomorphologique, géologique et hydrogéologique du bassin	15
3.2.	Climatologie	24
3.3.	Formation et propagation des crues dans le bassin versant de la Meuse française.	29
3.4.	Analyse détaillée de la concomitance Meuse-Chiers et Meuse-Semois	36
3.5.	Typologie des crues	43
4.	ANALYSE STATISTIQUE	50
4.1.	Analyse statistique des débits instantanés	50
4.2.	Analyse statistique des débits moyens	66
5.	DÉFINITION DES CRUES DE RÉFÉRENCE	68
5.1.	Caractérisation des crues de référence	68
5.2.	Sélection des crues de référence pour les différents objectifs de l'étude	69
5.3.	Elaboration des crues de référence	70
6.	MODÉLISATION HYDROLOGIQUE	76
7.	MISE EN ŒUVRE DU MODÈLE	77
7.1.	Principe de la modélisation	77
8.	CALAGE DES MODÈLES DE PROPAGATION	79

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Sélection des crues pour l'analyse hydrologique	3
Tableau 2	Qualité des courbes de tarage et débits maximaux jaugés et estimés aux stations hydrométriques	9
Tableau 3	Qualité des courbes hauteur-débit et débits maximaux aux échelles d'annonce de crue	10
Tableau 4	Météorologie des crues et types de crue	28
Tableau 5	Estimation des temps de transfert dans la zone de confluence Meuse-Chiers	37
Tableau 6	Classement des crues selon la typologie	44
Tableau 7	Ajustements sur les maxima annuels (échantillons courts)	54
Tableau 8	Ajustements sur les maxima supérieurs à un seuil (échantillons courts)	53
Tableau 9	Ajustements sur les échantillons longs (1919-1997)	61
Tableau 10	Estimation des périodes de retour des plus fortes crues à partir des ajustements sur les échantillons de la période 1919-1997	63
Tableau 11	Tableau récapitulatif des débits fréquentiels proposés aux stations hydrométriques du bassin de la Meuse	66
Tableau 12	Débits moyens fréquentiels de 1 à 30 jours aux stations hydrométriques principales du bassin de la Meuse	67
Tableau 13	Débits de pointe et débits moyens des crues de référence aux points caractéristiques du bassin	72
Tableau 14	Période de retour des crues de référence (ans)	72
Tableau 15	Sous-modèles du bassin de la Meuse	78
Tableau 16	Informations pluviographiques disponibles	80

LISTE DES PLANS

plan 1	Carte géologique et hydrogéologique du bassin de la Meuse
plan 2	Carte hydrogéomorphologique du bassin de la Meuse
plan 3	Cartographie sommaire des zones inondables
plan 4	Decoupage du bassin versant et définition des points de calcul pour le modèle AGYR

Sommaire des annexes (volumes séparés)

Annexe 1 Courbes de tarage

Fiches synthétiques des courbes de tarage en hautes-eaux pour les stations hydrométriques

Courbes hauteur-débit proposées aux échelles d'annonce de crue

Annexe 2 Représentation graphique des débits

Annexe 3 Représentation graphique des Lames d'eau précipitées

Carte des isohyètes moyennes annuelles sur la période 1971-1990

Cartes des isohyètes calculées pour chaque crue

Graphiques de comparaison des lames d'eau calculées pour les bassins versants des principales stations hydrométriques

Annexe 4 Hyétogrammes et thermogrammes

Annexe 5 Analyse des situations météorologiques des crues

Annexe 6 Débits de pointe et volumes des crues

Tableaux des débits et volumes classés par crue et par station (tableaux 1 à 4)

Graphiques d'évolution des volumes de crue par rapport à Stenay, Montcy et Chooz (Graphiques 1 à 6)

* Durées de dépassement des débits à Chalaines, St Mihiel, Stenay, Montcy, Chooz (tableaux 5 à 11, graphiques 7 à 11)

Annexe 7 Analyse statistique des débits et volumes de crue

Analyse statistique des débits de crue aux stations hydrométriques pour la période de fonctionnement de la station

Analyse statistique des débits de crue aux échelles de crue et aux stations hydrométriques principales sur une longue période

Analyse statistique des débits de crue pour la période 1900-1997

Analyse statistique des débits moyens de 1 à 30 jours aux stations hydrométriques principales pour la période de fonctionnement de la station

Annexe 8 : Paramètres de description des bassins versants et des tronçons de rivière pour le modèle AGYR

Annexe 9 : Description des modèles de propagation et des modèles pluie-débit

Annexe 10 : modèles de propagation en mode débit-débit (sans apports) et pluie-débit (lames d'eau journalières)

Annexe 11 : Modèles pluie-débit (données horaires)

Annexe 12 : Calage pluie-débit ; tableaux récapitulatifs des écarts

2 OBJECTIFS DES ETUDES HYDROLOGIQUES PREALABLES

Les objectifs principaux des études hydrologiques préalables sont les suivants :

- = le recueil et la critique des données hydrologiques disponibles,
 - l'analyse de ces données afin d'aboutir à une parfaite compréhension de la genèse des crues sur l'ensemble du bassin et de définir la typologie des crues,
- = l'analyse statistique des débits de crue,
- la définition des crues de référence qui seront utilisées dans les phases suivantes de l'étude,
 - la modélisation hydrologique de l'ensemble du bassin versant, afin de disposer de modèles pluie-débit pour la prévision des crues.

Les différentes étapes des études hydrologiques ont été les suivantes

- le recueil des données hydrologiques : hauteurs et débits aux stations hydrométriques et aux échelles de crue du bassin, courbes hauteur-débit, données de pluies journalières, données de pluies horaires. Ce recueil s'est fait sur la base d'une sélection des 33 crues les plus significatives de la période 1965-1997.
- la critique des données : la critique a notamment porté sur la cohérence des débits-entre les différentes stations et sur la qualité des courbes de tarage, notamment pour les débits de crue. Des courbes ont été établies aux échelles d'annonce de crue
- l'analyse détaillée de la genèse et de la typologie des crues : cette analyse a pris en compte les aspects géologiques, hydrogéomorphologiques, météorologiques et hydrologiques. L'analyse détaillée de la composition des hydrogrammes de crue entre la Meuse et ses principaux affluents aval (la Chiers et la Semois) a permis de classer les crues selon trois types : les crues simples à prédominance aval, les crues simples à prédominance amont et les crues généralisées
- l'analyse statistique des débits de crue : cette analyse, effectuée sur la période d'observation des stations hydrométriques (entre 20 et 30 ans de données selon les stations) a pris en compte également l'information disponible sur les crues historiques aux principales échelles de crue du bassin. L'analyse a porté sur les débits de pointe et sur les débits moyens.
- la définition des crues de référence : cette définition a tenu compte des résultats de l'analyse statistique sur les débits de pointe et les débits moyens, ainsi que des trois types de crue identifiés. On dispose donc à l'échelle du bassin de trois crues de référence de période de retour centennale, qui selon leur type, correspondent à des débits de période de retour différentes en un même point et permettent ainsi de couvrir à la fois des crues relativement fréquentes (environ décennale) et exceptionnelles (centennale).
- la modélisation hydrologique : le modèle général AGYR mis en œuvre dès cette première partie d'étude a permis de contribuer à l'analyse de la genèse des crues. Il permet également de disposer des modèles hydrologiques qui seront utilisés pour la prévision des crues, pour les bassins amont de la Meuse et de la Chiers et pour les apports intermédiaires des modèles hydrauliques détaillés qui seront mis en œuvre dans les phases suivantes de l'étude sur la Meuse médiane et aval et sur la Chiers.

2. RECUEIL DES DONNEES

2.1. CHOIX DES CRUES POUR L'ANALYSE HYDROLOGIQUE

Les épisodes sélectionnés pour l'étude des crues de la Meuse figurent dans le Tableau 1. La détermination des crues à retenir s'est appuyée sur le classement des plus fortes hauteurs de crue à certaines stations hydrométriques du bassin de la Meuse, réalisé à partir du travail du bureau d'étude ASPECT effectuée pour la DIREN Lorraine (Analyse des crues de la Meuse. ASPECT Environnement. 1997).

Les critères de sélection des crues ont été les suivants :

- critère d'importance pour les plus fortes crues aux principales stations du bassin, Stenay, Chauvency, Montcy-Notre-Dame (Aiglemont) et Chooz. Les crues ayant au moins une de ces stations classée dans les 15 premières ont été retenues.
- critère semi-objectif pour les crues suivantes, en fonction de leur classement aux autres stations hydrométriques. Les crues n'ont pas été retenues lorsque seule une ou quelques stations sont bien classées aux stations «secondaires» : par exemple en janvier 81, où seules les stations de la Meuse amont sont classées, mais loin des premières. Certaines crues ne fonctionnant que sur une partie du bassin ont cependant été retenues lorsqu'elles figuraient en bonne place dans le Classement (exemple : la Meuse amont en décembre 81).

Les crues de novembre 96 et février 97 sont postérieures à l'étude réalisée par ASPECT, et n'ont donc pas été classées, mais elles ont été ajoutées à la liste des crues prises en compte dans le cadre de l'étude. puisqu'il s'agit de crues récentes.

Au total, 33 crues ont été retenues pour l'étude.

2.2. RECUEIL DES DONNÉES HYDROMÉTRIQUES

La DIREN Lorraine est aujourd'hui le seul gestionnaire des stations hydrométriques présentes sur le bassin français de la Meuse, et les données numériques existantes figurent dans la banque HYDRO (chroniques hauteur-temps, débits journaliers).

Avant 1986, les stations étaient gérées par le Service Hydrologique Centralisateur de Dijon. Pour les données antérieures à 1986, les chroniques hauteur-temps figurant dans la banque HYDRO ne sont pas continues (il s'agit la plupart du temps des données pour les crues principales). On dispose par contre des débits journaliers, ainsi que des valeurs maximales instantanées mensuelles.

Après 1986, les chroniques hauteur-temps disponibles dans la banque HYDRO sont continues. Certaines stations étaient gérées par la DIREN Champagne-Ardenne jusqu'en 1996 (Cheveuges, Goncourt, Lafrancheville).

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse dispose d'une station localisée en aval de la confluence du Vair et du Petit Vair.

Les stations situées sur le territoire belge sont gérées par le SETHY.

La position des stations hydrométriques du bassin de la Meuse est représentée sur la Figure 1

Les hydrogrammes recueillis à l'occasion de l'étude ASPECT ne répondent pas toujours aux données nécessaires à la présente étude. Il s'agissait de connaître les trente plus fortes crues à 18 stations hydrométriques, sans tenir compte de leur étendue dans le temps. Les hydrogrammes rassemblés lors de cette étude sont donc généralement incomplets pour pouvoir analyser correctement le déroulement de la crue sur l'ensemble du bassin.

D'autre part, certaines courbes de tarage ont pu être révisées depuis l'étude ASPECT.

L'ensemble des données a donc été fourni par la DIREN, avec une période commune pour chaque crue à l'ensemble des stations. La période définie pour chaque crue est relativement longue puisqu'elle comprend le début et la fin de la crue à l'ensemble des stations du bassin.

Les périodes de crue pour lesquelles les données de début ou fin de crue étaient manquantes (généralement pour les crues antérieures à 1986), ont été complétées par les données de débits journaliers, éventuellement corrigés pour tenir compte des modifications des courbes de tarage (les corrections ont été effectuées par la DIREN).

Les données de la crue de février-mars 1978 n'existent sous forme de chroniques hauteur-temps que pour quelques stations. Pour les autres stations, seuls les débits journaliers existent.

Les graphiques représentant l'évolution des **débits** aux différentes stations pour l'ensemble des crues figurent en Annexe 2.

La représentation des hydrogrammes disponibles s'effectue sous la forme de six graphiques par crue, regroupant chacun une partie du bassin

- Haute Meuse . Goncourt, Villars, Domrémy, Soulosse, Chalaines, Vannes-le-Châtel,
- = Meuse amont. Chalaines. St Mihiel, Stenay,
- Meuse intermédiaire . Stenay. Chauvency, Cheveuges. Lafrancheville, Belval, Montcy-Notre-Dame.
- Chiers . Montigny-sur-Chiers, Pierrepont, Ecouvieux, Othe, Han-les-Juvigny, Chailency.
- Axe Meuse + Chiers + Semoir : Chalaines, Stenay, Chauvency Montcy-Notre-Dame. Haulmé, Chooz,
- Meuse aval Montcy-Notre-Dame, (Tinrigny) Haulmé, Chooz. (Treigne)

Entre parenthèses figurent les stations belges pour lesquelles les données nous sont parvenues tardivement et n'ont pu être représentées sur les graphiques (Tinrigny, Treigne).